

Actualización de los estudios del Plan Maestro de Agua Potable y Saneamiento (Alcantarillado S-P) de la ciudad urbana de Cayambe, cantón Cayambe, provincia de Pichincha



CONTRATO No. CDC-EMAPAACEP-2024-003

**FASE 3 – DISEÑOS DEFINITIVOS
NOVIEMBRE 2024**

CONTENIDO

1	Antecedentes	3
2	Objetivos	3
3	RESUMEN PREFACTIBILIDAD	3
3.1	Información básica sobre el área del proyecto.....	3
3.2	Evaluación y diagnóstico del sistema actual	6
3.3	Bases del diseño, periodo de diseño.....	7
4	Horizonte de diseño y vida útil del proyecto propuesto,	8
4.1	Demanda futura	10
	Caudales de diseño AAPP:	13
5	Diseño definitivo.....	13
5.1	Diseños definitivos de la red de recolección y planta de tratamiento de aguas residuales.....	13
	Criterios generales de diseño, red de tuberías y colectores	14
	DISEÑO ALCANTARILLADO SANITARIO	16
	DISEÑO ALCANTARILLADO PLUVIAL	17
	SECTORES DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO	19
	INFRAESTRUCTURA DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO.....	27
5.2	Revisión y optimización de los diseños definitivos de la red distribución de agua Potable.	29
5.2.1	Reservas	29
5.2.2	Redes de Distribución	30

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1 Asignación del nivel de complejidad. Fuente: Normas RAS – 2000.....</i>	<i>9</i>
<i>Tabla 2 Período de diseño según el nivel de complejidad del sistema. Fuente: Normas RAS – 2000</i>	<i>9</i>
<i>Tabla 3 Evolución de la población del Cantón Cayambe y tasas de crecimiento</i>	<i>10</i>
<i>Tabla 4 Análisis comparativo de la población urbana proyectada del Cantón Cayambe.....</i>	<i>11</i>
<i>Tabla 5 Demanda de Agua Potable Interanual Cantón Cayambe</i>	<i>12</i>
<i>Tabla 6 Caudales de diseño para los elementos de un sistema de agua potable</i>	<i>13</i>

1 Antecedentes

Este informe corresponde a la Fase 3 de la consultoría, en la cual se proponen y evalúan alternativas de mejora y optimización.

La presente actualización del Plan Maestro de Agua Potable y Alcantarillado incluye información y análisis basados en el diseño original de dicho plan, elaborado por los autores previamente acreditados. En este sentido, algunos informes anexos y contenidos específicos no han sido modificados en esta revisión, por lo que se incluyen con los nombres de sus autores originales, respetando sus derechos de autor.

El alcance de esta actualización se ha limitado a los siguientes aspectos:

1. Actualización de las proyecciones de población.
2. Revisión y ajuste de las demandas de agua potable y alcantarillado.
3. Optimización del diseño hidráulico para ambos sistemas.
4. Actualización de precios unitarios y presupuestos, conforme a valores actuales.
5. Revisión y ajuste de especificaciones técnicas y planos modificados.

El contenido que no ha sido objeto de actualización pertenece íntegramente a sus autores originales y ha sido utilizado con fines de consulta y referencia para el desarrollo de esta nueva versión. Cualquier uso adicional del material original debe realizarse conforme a los términos de los derechos de autor aplicables.

No se realizaron ajustes a los certificados ambientales, ya que los caudales de diseño previstos en el plan original cuentan con un factor de seguridad y no exceden los límites máximos impuestos.

2 Objetivos

El objetivo principal de la consultoría es de: Disponer de la actualización, revisión y optimización de la documentación técnica y presupuesto para la obtención de la viabilidad técnica del Plan Maestro de Agua Potable y Saneamiento (Alcantarillado S-P) de la ciudad urbana de Cayambe, cantón Cayambe, provincia de Pichincha, con periodo de diseño al año 2054.

3 RESUMEN PREFACTIBILIDAD

3.1 Información básica sobre el área del proyecto

Para efecto del presente estudio del Plan Maestro del sistema de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Pluvial, se considera únicamente la población del área urbana de Cayambe.



Figura 1. Área de jurisdicción futura de EMAPAAC EP

Las áreas de servicio de las redes de distribución de agua potable se dividen en: Cruz Loma, Álvarez Chiriboga, Los Pinos y El Quingo, un esquema de la conducción y de las redes de distribución se presenta en el a continuación.

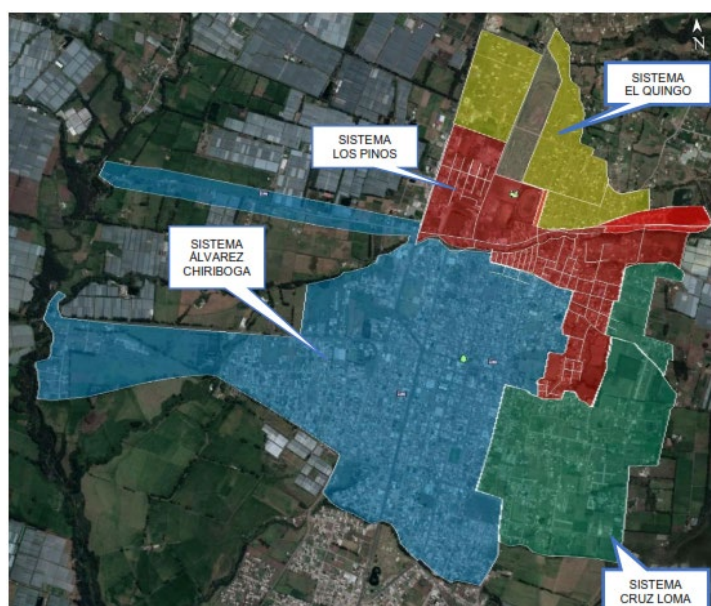


Figura 2. Áreas de las redes de distribución de agua potable

Tabla 2 Datos de Diseño AAPP Plan Maestro

AÑO 2050		
POBLACIÓN	60167	Habitantes
ÁREA DE SERVICIO	701.13	Ha
DENSIDAD POBLACIONAL	85.81	hab/Ha
DOTACIÓN DE AGUA POTABLE	200	L/hab día

Tabla 3 Datos de Diseño AAPP Plan Maestro por Sector

SECTOR	AREA (ha)	POBLACIÓN (hab.)	Qmed (l/s)	QMD (l/s)	QMH (l/s)	QMH inter(l/s)	Vol. Reserva 2019 (m3)	Vol. Reserva 2050 (m3)	Vol. Reg. Diario (m ³)	QMD+IN C (l/s)
ALVAREZ CHIRIBOGA	375.50	45687	110.45	154.63	246.95	170.09	2248	4242	2863	207.38
CRUZ LOMA 1	115.52	4570	14.47	20.258	32.35	22.28	190	632	375	8.03
CRUZ LOMA 2	16.77									42.4
LOS PINOS	113.62	6546	15.15	21.21	33.87	23.33	193	619	393	34.71
EL QUINGO	71.49	3365	7.79	10.906	17.42	12.00	151	344	202	16.23
TOTAL	692.90	60168	147.86	207.00	330.60	227.70	2782	5837	3833	308.75

Tabla 4 Datos de Diseño Alcantarillado Plan Maestro

SECTOR	AREA (m2)	AREA (ha)	POBLACIÓN (hab.)	PTAR PAQUETES
				Qdis (l/s)
SECTOR 1	3042802.40	304.28	33500	62.04
SECTOR 2	2404209.67	240.42	12797	23.7
SECTOR 3-1	570704.74	57.07	6493	12.02
SECTOR 3-2	435726.43	43.57	1766	3.27
SECTOR 3-3	801416.06	80.14	2762	5.11
SECTOR 4	316224.14	31.62	143	0.26
SECTOR 5-1	118045.19	11.80	1631	3.02
SECTOR 5-2	664757.25	66.48	5609	10.39

SECTOR	AREA (m2)	AREA (ha)	POBLACIÓN (hab.)	PTAR PAQUETES
				Qdis (l/s)
SECTOR 5-3	408324.34	40.83	1683	3.12
TOTAL	8762210.23	876.22		

3.2 Evaluación y diagnóstico del sistema actual

Redes Cruz Loma:

La principal causa de falla de la red son las presiones elevadas; por tanto, para su control se colocan válvulas reductoras de presión, se verificó que los diámetros de la tubería existente no permiten cumplir los requerimientos de presión normado. *Necesario rediseño.*

Red Los Pinos

El mayor problema en esta red son las presiones negativas, los diámetros existentes no permiten la correcta distribución. *Necesario rediseño.*

Red El Quingo

El tanque de reserva se encuentra por debajo de la cota de los primeros tramos de la red por lo que se producen valores de presiones bajas e incluso negativas. Hacia el final de la red, en la parte más alejada del tanque la diferencia de cotas es de 103 m, produciendo presiones de servicio de hasta 98 mca, en la red actual no se dispone de ninguna estructura o válvula que regule las presiones. *Necesario rediseño.*

Red Álvarez Chiriboga

El principal problema de la red está en las grandes pérdidas de carga que se generan en las tuberías de diámetro demasiado pequeño y que se deriva en presiones negativas provocando falta de servicio en varias zonas de la red. Los tanques de reserva Álvarez- Chiriboga 3 y 5 se encuentran por debajo de la cota de algunas zonas de servicio de la red, por lo que los tanques 1-2 y 4 deberán vaciarse primero para que los tanques 3 y 5 entren en funcionamiento. Se recomienda que los tanques 3 y 5 no sean utilizados para la red pues, su abastecimiento es prácticamente es nulo al no encontrarse en una cota adecuada para el servicio. Además, son estructuras antiguas las cuales necesitan un mantenimiento completo.

Hacia el final de la red, la diferencia de cotas entre los tanques de reserva y el punto más alejado es de 120 m, produciendo presiones de servicio de hasta 75 mca, en la red actual no se dispone de ninguna estructura o válvula que regule las presiones. *Necesario rediseño.*

La demanda está cubierta actualmente por el proyecto Tajamar y Huayco Machay.

SITUACIÓN ACTUAL ALCANTARILLADO COMBINADO:

Del análisis realizado al sistema de alcantarillado pluvial y sanitario con el catastro de las redes de drenaje se ha verificado que el sistema de alcantarillo presenta varios inconvenientes:

- La infraestructura se encuentra bajo predios y construcciones dentro de la zona urbana de Cayambe.
- Los pozos catastrados se encuentran en varios casos en contra pendiente.
- Los pozos catastrados presentan saltos de nivel importantes sin una estructura de pozos que puedan disipar estas energías.
- Las secciones no presentan capacidad de transportar el caudal sanitario y pluvial, provocando afectaciones a la infra y supra estructura urbana de Cayambe.
- Las descargas no cuentan un tratamiento de aguas residuales domésticas que estén operativas y no cuentan con un saneamiento.
- Las plantas de tratamiento por falta de operación y mantenimiento se encuentran colmatadas de lodos por lo que se ha procedido a realizar el by pass y realizar una descarga directa.

En resumen, actualmente los sistemas de alcantarillado se encuentran descargando en forma libre y sin un tratamiento de depuración de aguas residuales.

3.3 Bases del diseño, periodo de diseño

Los parámetros de diseño del proyecto han sido determinados en base al Código Ecuatoriano de la Construcción, Parte IX Obras Sanitarias, CO 10.07 – 601, considerando la zona de intervención, la proyección de población futura a servir ajustada con la población flotante y la población migratoria; y además los diferentes usos de agua que se generarán en la zona de estudio.

Según la categorización de los sistemas de agua potable de la norma CO 10.07 – 601, y debido a que la población horizonte de Cayambe es mayor a 50 000 habitantes, el proyecto será de categoría I, en función de la confiabilidad de abastecimiento.

Tabla 1. Categorías de los sistemas de agua potable. Fuente: Norma CO 10.07 – 601

Características de los usuarios	en función de la confiabilidad de abastecimiento
Centros poblados con más de 50000 habitantes, en donde se permite disminuir el suministro de agua hasta en un 30 % durante máximo 3 días en el año. A esta categoría también pertenecen los complejos petroquímicos, metalúrgicos y refinerías de petróleo.	I
Ciudades de hasta 50000 habitantes, en donde se permite disminuir el suministro de agua hasta en un 30 % durante un mes y la suspensión del servicio en un tiempo máximo de 5 horas en un día por año. En esta categoría también se encuentran las industrias livianas y las agroindustrias.	II
Pequeños complejos industriales, agroindustriales y poblaciones de hasta 5000 habitantes, en donde se permite disminuir el suministro de agua hasta en un 30 % durante un mes y la suspensión del servicio en un tiempo máximo de 24 horas en el año.	III

4 Horizonte de diseño y vida útil del proyecto propuesto,

El período de diseño de un proyecto es el tiempo durante el cual una obra o sistema puede funcionar satisfactoriamente sin necesidad de realizar ampliaciones. Este se puede establecer principalmente en base a:

- La vida útil de los componentes del sistema
- La facilidad o dificultad de futuras ampliaciones
- El comportamiento inicial de las obras, es decir cuando los caudales son inferiores a los de diseño.

Para definir el período de diseño para el Plan Maestro de agua potable y alcantarillado de la ciudad urbana de Cayambe se toman en consideración las recomendaciones de las normas del Código Ecuatoriano de la Construcción de Parte IX, Obras Sanitarias CO 10.07 – 6041, y el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, RAS – 2000. Las cuales indican lo siguiente:

Para las obras de conducción, plantas de tratamiento, tanques de almacenamiento y tuberías para redes de distribución, la norma CO 10.07 – 601, considera un período de diseño alrededor de 25 años.

Tabla 2. Vida útil sugerida para los elementos de un sistema de agua potable. Fuente: Norma CO 10.07 – 601

COMPONENTE	VIDA UTIL (AÑOS)
Diques grandes y túneles	50 a 100
Obras de captación	25 a 50
Pozos	10 a 25
Conducciones de hierro dúctil	40 a 50
Conducciones de asbesto cemento o PVC	20 a 30
Planta de tratamiento	30 a 40
Tanques de almacenamiento	30 a 40
Tuberías principales y secundarias de la red:	
De hierro dúctil	40 a 50
De asbesto cemento o PVC	20 a 25
Otros materiales	Variables de acuerdo especificaciones del fabricante

Las normas RAS – 2000, asigna un nivel de complejidad a los sistemas según el número de habitante como se indica en la Tabla 1. Para luego determinar el periodo de diseño de las obras según el nivel de complejidad, como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 1 Asignación del nivel de complejidad. Fuente: Normas RAS – 2000

Nivel de complejidad	Población en la zona urbana ⁽¹⁾ (habitantes)	Capacidad económica de los usuarios ⁽²⁾
Bajo	< 2500	Baja
Medio	2501 – 12500	Baja
Medio Alto	12501 – 60000	Media
Alto	> 60000	Alto

Notas : (1) Proyectado al periodo de diseño, incluida la población flotante.
(2) Incluye la capacidad económica de población flotante. Debe ser evaluada según metodología del DNP.

La población proyectada para la zona urbana de Cayambe, según el Estudio Demográfico de esta consultoría, supera los 60,000 habitantes, por lo que se clasifica dentro del nivel de complejidad alto.

Tabla 2 Período de diseño según el nivel de complejidad del sistema. Fuente: Normas RAS – 2000

Nivel de complejidad del sistema	Período de diseño
Bajo	15 años
Medio	20 años
Medio Alto	25 años
Alto	30 años

Es importante destacar que el período de diseño y la vida útil de los materiales son aspectos distintos. La vida útil de los materiales dependerá de su calidad, tanto en las obras civiles como en los equipos utilizados.

4.1 Demanda futura

Dotación

La normativa recomienda ajustar la dotación obtenida con métodos de medición, considerando las características de la zona, el clima, tarifa y su posible variación en de uso en el futuro. Por otra parte, está la fiabilidad de los datos, los datos de consumo se las entrega como variables discretas, existen datos faltantes, y es de esperar errores en los medidores. Conforme al Plan Maestro, donde se analizaron los datos de consumo del periodo 2007-2017, obteniendo un promedio de 182 l hab/día, se recomienda utilizar una dotación neta de **200 l hab/día** conforme a la norma (CO 10.07-601" Normas para Estudio Y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para Poblaciones Mayores a 1000 Habitantes").

Población actual y de diseño:

Metodología utilizada

La investigación tiene su fundamento en los resultados de los censos de población y vivienda realizados por el INEC en los años: 1990, 2001, 2010 y 2022, con la finalidad de identificar elementos de referencia en la dinámica demográfica que puedan tener incidencia en la demanda de los servicios de Agua Potable y Saneamiento.

En términos generales, durante el período entre 1990 y 2001, la población de Cayambe registró un ritmo acelerado en el crecimiento poblacional como consecuencia de la explotación florícola en el sector y por ende la generación de empleo, intensificándose la emigración de población de los sectores aledaños y de las provincias costeras.

El cantón Cayambe para 1990 la población registraba una cantidad de 46.938 habitantes; según el censo del 2001 la población asciende a 69.800 habitantes, la tasa de crecimiento promedio es de 3,67% y, en el 2010 la población asciende a 85.795 habitantes, ubicándose la tasa promedio en 2,93. Para el año 2022 se registró una disminución de la tasa de crecimiento alcanzando una tasa de 1,74%, lo cual promedia 2,54% de crecimiento en todos los períodos intercensales. Es importante indicar que la pandemia del año 2020 tuvo consecuencias fatales en la población.

*Tabla 3 Evolución de la población del Cantón Cayambe y tasas de crecimiento
1990 – 2001- 2010 -2022*

Censo	Población cantón Cayambe	Tasa de crecimiento
1990	46.938	
2001	69.800	3,67%
2010	85.795	2,20%

2022	105.267	1,74%
Tasa Promedio anual		2,54%

Fuente: INEC, censos de población y vivienda 1990 – 2001 – 2010 - 2022

Proyección de la Población al 2055

Se realizan las proyecciones con base en las tasas de crecimiento de los períodos censales: 1990, 2001, 2010 y 2022, a las cuales se les aplica los métodos de proyección: logarítmico, aritmético, exponencial.

Análisis comparativo de Población proyectada

Una vez proyectada la población bajo diferentes métodos probados estadísticamente, se presenta el análisis comparativo, del cual se desprende que, para el cálculo de la población del cantón, el método logarítmico presenta una proyección aceptable en virtud de que la tasa de proyección no dispara al alza los valores, como ocurre con el método geométrico y exponencial frente a los resultados del método aritmético.

En cuanto a la proyección de la población urbana del cantón, se desprende que el método logarítmico presenta una proyección que resulta más baja que las proyecciones de los otros métodos, debido a la disminución de la tasa en el período censal 2010-2022.

Se ha realizado la revisión de la proyección bajo el programa DEMPROM el cual proyecta una población urbana de 78.063 habitantes en el año 2050 que fue proyectado antes del período censal 2010-2022 donde se registró una tendencia a la baja en la tasa, no obstante, es un referente para el análisis proyectado.

Tabla 4 Análisis comparativo de la población urbana proyectada del Cantón Cayambe

Años	Logarítmico	Aritmético	Geométrico	Exponencial
2010	39.028	39.028	39.028	39.028
2022	44.559	44.559	44.559	44.559
2030	48.675	51.507	52.000	52.078
2035	51.439	55.849	57.268	57.408
2040	54.359	60.191	63.071	63.284
2045	57.446	64.534	69.462	69.762
2050	60.707	68.876	76.500	76.903
2055	64.154	73.218	84.251	84.774

Los valores de población proyectada por los cuatro (4) métodos, nos permiten obtener un resultado probable de la potencial población y por ende, la demanda de agua potable y alcantarillado, conforme la determinación de su consumo.

Luego del cálculo realizado y observado, se recomienda utilizar los resultados obtenidos en la proyección logarítmica en la población total del cantón, y la proyección aritmética para la población urbana del cantón.

Proyección de la demanda futura del servicio,

Los resultados del análisis de demanda se presentan a continuación:

Tabla 5 Demanda de Agua Potable Interanual Cantón Cayambe

año	Población	Demanda Neta(l/día)	Pérdidas	Demanda Bruta (l h /día)	QmD (l/s)	QMD (l/s)	QMH (l/s)
2024	46,296	200	40%	280	150	188	270
2025	47,164	200	40%	279	152	190	274
2026	48,033	200	39%	278	155	193	278
2027	48,901	200	39%	277	157	196	282
2028	49,770	200	38%	276	159	199	286
2029	50,638	200	38%	275	161	201	290
2030	51,507	200	37%	274	163	204	294
2031	52,375	200	37%	273	165	207	298
2032	53,244	200	36%	272	168	210	302
2033	54,112	200	36%	271	170	212	306
2034	54,981	200	35%	270	172	215	309
2035	55,849	200	35%	269	174	217	313
2036	56,717	200	34%	268	176	220	317
2037	57,586	200	34%	267	178	222	320
2038	58,454	200	33%	266	180	225	324
2039	59,323	200	33%	265	182	227	328
2040	60,191	200	32%	264	184	230	331
2041	61,060	200	32%	263	186	232	335
2042	61,928	200	31%	262	188	235	338
2043	62,797	200	31%	261	190	237	341
2044	63,665	200	30%	260	192	239	345
2045	64,534	200	30%	259	193	242	348
2046	65,402	200	29%	258	195	244	352
2047	66,271	200	29%	257	197	246	355
2048	67,139	200	28%	256	199	249	358
2049	68,007	200	28%	255	201	251	361
2050	68,876	200	27%	254	202	253	364
2051	69,744	200	27%	253	204	255	368
2052	70,613	200	26%	252	206	257	371
2053	71,481	200	26%	251	208	260	374
2054	72,350	200	25%	250	209	262	377
2055	73,218	200	25%	249	211	264	380

El análisis se realiza considerando unas pérdidas iniciales del 40% y asumiendo que se reducirán hasta el 25%, mediante mejora de la gestión de programas de Agua No Contabilizada (ANC). Se observa que la demanda para el final del periodo de diseño corresponde a:

$Q_{md} = 211$ (l/s), Caudal medio diario

Conforme al plan maestro se tiene la siguiente oferta de caudales:

$Q_{Oferta} = 173$ l/s, caudal oferta

$Q_{Repotenciación} = 300$ l/s, caudal oferta

Como se puede observar en la *Tabla 5*, la repotenciación y entrada en marcha de la planta de tratamiento debe ser ejecutada antes del 2034, año a partir del cual la demanda excedería la oferta.

Caudales de diseño AAPP:

Según lo establece la normativa, los caudales de diseño para la red de distribución son: el máximo **diario** al final del período de diseño más incendio.

Tabla 6 Caudales de diseño para los elementos de un sistema de agua potable

ELEMENTO	CAUDAL
Captación de aguas superficiales	Máximo diario + 20 %
Captación de aguas subterráneas	Máximo diario + 5 %
Conducción de aguas superficiales	Máximo diario + 10 %
Conducción de aguas subterráneas	Máximo diario + 5 %
Red de distribución	Máximo horario + incendio
Planta de tratamiento	Máximo diario + 10 %

Fuente: Norma INEN 005-9.1 Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes

5 Diseño definitivo

5.1 Diseños definitivos de la red de recolección y planta de tratamiento de aguas residuales.

En el caso del alcantarillado sanitario, pluvial e inclusive para el agua potable, se establece como alternativa de optimización el usar el material Polietileno de alta densidad (PEAD), el cual es un material plástico termoplástico. La mayoría, de estos materiales, solo soportan presiones bajas (como es el caso del presente proyecto), sin embargo, son las únicas resistentes a la corrosión provocada por suelos muy agresivos donde el pH es muy alto o existen alta concentración de cloruros o sulfatos. Entre sus características y ventajas generales se tiene:

- Menor pérdida de carga, debido a la lisura de su superficie interior, ausencia de sedimentos e incrustaciones (Hidráulicamente liso).

- Inexistencia de depósitos e incrustaciones en la sección interior Mayor caudal para el mismo valor de diámetro exterior.
- Mejor comportamiento frente al golpe de ariete, debido a su baja celeridad.
- Excelente comportamiento frente a las cargas de aplastamiento.
- Elevadas tensiones de diseño, Resistencia a altas presiones.
- Liviano, ligereza que facilita transporte, manipulación e instalación.
- Uniformidad del sistema completo (tubos y accesorios) en un mismo material.
- Inertes e inocuas, que permiten la conservación de las propiedades organolépticas del agua.
- Estabilidad química (ausencia de corrosión y oxidación)
- Alta resistencia al fuego. Auto extingüibles. No se funden formando gotas de material en combustión.
- Fácil instalación, múltiples sistemas de unión,
- Larga vida útil (mínimo 50 años),
- Resistencia agente químicos, resistentes a microorganismos y no toxicidad.

El PEAD es un material flexible, de alta resistencia que permite una instalación rápida, disminuyendo la cantidad de uniones y accesorios, así como la necesidad de una cama de arena para proteger el material. El PVC tiene la desventaja de ser rígido, y requiere una cama de arena para garantizar su estructura.

Ventajas PEAD sobre PVC:

- Menor accesorios, instalación más fácil, menos uniones, menos infiltración en el caso del alcantarillado.
- Durabilidad mayor.
- Unión mayor Resistencia.
- Instalación sin cama de arena, instalación en tramos muchos más largos.
- Más flexible.
- Mayor resistencia menor cantidad de fugas.
- La instalación se hace en cualquier situación, con cualquier tipo de terreno, no necesita cama de arena, la ejecución del trabajo es más rápido, ahorro de hasta un 50% en la obra, ahorro de residuos y la duración de la instalación es superior a los 100 años garantizando la estabilidad y calidad de agua y sobre todo teniendo menos pérdidas de agua¹.

Las redes de alcantarillado sanitario y pluvial, fueron rediseñadas optimizando los diámetros de las redes para lo cual se utilizó software especializado. +

Criterios generales de diseño, red de tuberías y colectores

Las tuberías y colectores seguirán, en general, las pendientes del terreno natural y formarán las mismas hoyas primarias y secundarias que aquél. En general se proyectarán como canales o conductos sin presión y se calcularán tramo por tramo.

¹ "ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTO, TIEMPO Y CALIDAD ENTRE TUBERIAS DE PVC Y HDPE EN INSTALACIÓN SANITARIA DE LA ASOCIACIÓN SANTA MARÍA DEL GRAMADAL, LIMA 2019", Fernando Fernández Aucapuella

Los gastos en cada tramo serán proporcionales a la superficie afluente en su extremo inferior y a la tasa de escurrimiento calculada.

La red de alcantarillado sanitario se diseñará de manera que todas las tuberías pasen por debajo de las de agua potable debiendo dejarse una altura libre proyectada de 0,3 m cuando ellas sean paralelas y de 0,2 m cuando se crucen.

Siempre que sea posible, las tuberías de la red sanitaria se colocarán en el lado opuesto de la calzada a aquél en el que se ha instalado la tubería de agua potable, o sea, generalmente al sur y al oeste del cruce de los ejes; y, las tuberías de la red pluvial irán al centro de la calzada.

Las tuberías se diseñarán a profundidades que sean suficientes para recoger las aguas servidas o aguas lluvias de las casas más bajas a uno u otro lado de la calzada. Cuando la tubería deba soportar tránsito vehicular, para su seguridad se considerará un relleno mínimo de 1,2 m de alto sobre la clave del tubo.

El diámetro mínimo que deberá usarse en sistemas de alcantarillado será 0,25m.

Las conexiones domiciliarias en alcantarillado tendrán un diámetro mínimo de 0,16 m para sistemas pluviales y una pendiente mínima de 1%.

En el diseño hidráulico de un sistema de alcantarillado sanitario se deberá cumplir las siguientes condiciones:

- Que la solera de la tubería nunca forme gradas ascendentes, pues éstas son obstrucciones que fomentan la acumulación de sólidos.
- Que la gradiente de energía sea continua y descendente. Las pérdidas de carga deberán considerarse en la gradiente de energía.
- Que la tubería nunca funcione llena y que la superficie del líquido, según los cálculos hidráulicos de: posibles saltos, de curvas de remanso, y otros fenómenos, siempre esté por debajo de la corona del tubo, permitiendo la presencia de un espacio para la ventilación del líquido y así impedir la acumulación de gases tóxicos.
- Que la velocidad del líquido en los colectores, sean estos primarios, secundarios o terciarios, bajo condiciones de caudal máximo instantáneo, en cualquier año del período de diseño, no sea menor que 0,30 m/s, para impedir la acumulación de gas sulfhídrico en el líquido.
- Que la capacidad hidráulica del sistema sea suficiente para el caudal de diseño, con una velocidad de flujo que produzca auto limpieza.

Las velocidades máximas admisibles en tuberías o colectores dependen del material de fabricación. Se recomienda usar los valores que constan en la siguiente tabla.

MATERIAL	VELOCIDAD MÁXIMA m/s	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD
Hormigón simple:	4	0,013
Con uniones de mortero.		
Con uniones de neopreno para nivel freático alto	3,5 – 4	0,013
Asbesto cemento	4,5 – 5	0,011
Plástico	4,5	0,011

Pozos y cajas de revisión

En sistemas de alcantarillado, los pozos de revisión se colocarán en todos los cambios de pendientes, cambios de dirección, exceptuando el caso de alcantarillas curvas, y en las confluencias de los colectores.

La máxima distancia entre pozos de revisión será de 100 m para diámetros menores de 350 mm; 150 m para diámetros comprendidos entre 400 mm y 800 mm; y, 200 m para diámetros mayores que 800 mm. Para todos los diámetros de colectores, los pozos podrán colocarse a distancias mayores, dependiendo de las características topográficas y urbanísticas del proyecto, considerando siempre que la longitud máxima de separación entre los pozos no deberá exceder a la permitida por los equipos de limpieza.

La abertura superior del pozo será como mínimo 0,6 m. El cambio de diámetro desde el cuerpo del pozo hasta la superficie se hará preferiblemente usando un tronco de cono excéntrico, para facilitar el descenso al interior del pozo.

Con el objeto de facilitar la entrada de un trabajador al pozo de revisión se evitará en lo posible descargar libremente el agua de una alcantarilla poco profunda hacia un pozo más profundo. La altura máxima de descarga libre será 0,6 m. En caso contrario, se agrandará el diámetro del pozo y se instalará una tubería vertical dentro del mismo que intercepte el chorro de agua y lo conduzca hacia el fondo.

DISEÑO ALCANTARILLADO SANITARIO

CAUDAL DE DISEÑO:

El caudal a utilizar para el diseño de los colectores de aguas residuales será el que resulte de la suma de los caudales de aguas residuales domésticas e industriales afectados de sus respectivos coeficientes de retorno y mayoración, más los caudales de infiltración y conexiones ilícitas. Las poblaciones y dotaciones serán las correspondientes al final del período de diseño.

El caudal de diseño del alcantarillado sanitario está definido por:

$$Q_D = Q_M + Q_{IND.} + Q_{COM.} + Q_{INST.} + Q_{INF.}$$

Donde:

- Q_D: Caudal de diseño (l/s)
- Q_M: Caudal medio de aguas residuales domésticas (l/s)
- Q_{IND.}: Caudal Industrial (l/s)
- Q_{COM.}: Caudal Comercial (l/s)
- Q_{INST.}: Caudal Institucional (l/s)
- Q_{INF.}: Caudal de Infiltración (l/s)

El caudal de diseño será afectado por un coeficiente de mayoración determinado por el caudal de aguas servidas domesticas con la siguiente fórmula:

$$F_M = \frac{2.228}{Q_{AA.SS.}^{0.073325}}$$

Donde: F_M : Factor de mayoración.
 $Q_{AA.SS.}$: Caudal de aguas residuales domésticas (m^3/s)
Si el valor de $Q_{AA.SS.}$ es menor que 4, el valor de F_M será de 4.

Para cualquier caso si el valor del caudal de aguas residuales domésticas es menor que 1.50 l/s se considerará para el diseño de la conducción un valor de 1.50 l/s.

RED DE DRENAJE SANITARIO:

El diámetro mínimo para las conducciones de alcantarillado sanitario es de 250 mm.

Las velocidades máximas admisibles en tuberías o colectores dependen del material de fabricación.

Las conducciones de aguas servidas del alcantarillado sanitario se han determinado para trabajar hasta una máxima relación de calado sobre diámetro del 75% de llenado, que permita la evacuación de gases generados por la descomposición de material orgánico presente en las descargas sanitarias.

Para garantizar la autolimpieza de las conducciones de aguas residuales domésticas se ha determinado que el esfuerzo cortante del flujo sea mayor a 0.15 kg/m², para la determinación del esfuerzo cortante se utiliza la siguiente ecuación:

$$\tau = \gamma \times Rh \times S$$

Donde: τ : Esfuerzo cortante (Kg/m²)
 γ : Peso específico del agua = 1000 (kg/m³)
 Rh : Radio hidráulico (m)
 S : Pendiente de la conducción (m/m)

DISEÑO ALCANTARILLADO PLUVIAL

Caudales de diseño de aguas lluvias:

Para el cálculo de los caudales del escurrimiento superficial directo, se podrán utilizar tres enfoques básicos: el método racional; el método del hidrograma unitario sintético y el análisis estadístico, basado en datos observados de escurrimiento superficial.

Para la aplicación del método racional y del hidrograma unitario sintético, es necesario disponer de las curvas, intensidad, duración y frecuencia. Estas relaciones serán deducidas de observaciones de los registros de lluvia en el área de estudio, durante un período lo suficientemente grande para poder aceptar las frecuencias como probabilidades.

Cuando no exista en el área de estudio registros pluviográficos o el período de registro existente sea insuficiente, se obtendrán las curvas intensidad, duración, frecuencia a partir de las lluvias máximas de 24 h registradas en el sector y de relaciones entre alturas pluviométricas para diferentes duraciones, para áreas de características pluviográficas similares.

Para el cálculo de los caudales para el diseño de un sistema de alcantarillado pluvial, se procederá conforme con lo indicado anteriormente y se aplicará:

El método racional: Se aplicará para áreas con una superficie inferior a 5 km². El caudal de escurrimiento se lo calculará mediante la fórmula:

$$Q = 0,00278 \text{ CIA}$$

En donde: Q = Caudal de escurrimiento en m³/s;

C = Coeficiente de escurrimiento (adimensional);

I = Intensidad de lluvia para una duración de lluvias, igual al tiempo de concentración de la cuenca en estudio, en mm/h;

A = Área de la cuenca, en ha.

Para la determinación del coeficiente C deberá considerarse los efectos de infiltración, almacenamiento por retención superficial, evaporación, etc.

Red de drenaje pluvial:

El sistema de alcantarillado pluvial se define como el sistema de microdrenaje que permite la conducción de los caudales generados por los eventos de lluvias, mediante la instalación de infraestructura de drenaje. La red se subdivide:

- Drenaje subterráneo: conformado por conductos, pozos, obras de almacenamiento, etc.
- Drenaje superficial: conformado por canaletas, sumideros, cunetas, etc.

El rediseño del sistema de alcantarillado pluvial considera el establecer los sectores de drenaje definidos por la topografía y la hidrografía de la ciudad de Cayambe, así como evitar la utilización del colector El Tumbé por los problemas generados a lo largo del tiempo y por la configuración no técnica con la que se encuentra instalada esta infraestructura.

La red de drenaje pluvial se ha configurado en 9 sectores de descarga de alcantarillado pluvial

PROCESOS DE SANEAMIENTO:

Las descargas del sistema de alcantarillado sanitario se las realizarán junto a las descargas pluviales luego que las aguas residuales domésticas tuvieran un proceso de tratamiento y cumplan con la normativa de descarga a cuerpos receptores de agua dulce como se plantea en la norma INEN 005-9.1 y en el acuerdo ministerial del Ministerio del Ambiente 97-A.

La red de drenaje sanitaria y pluvial se ha configurado en 9 sectores de descarga de alcantarillado sanitario paralelos a las redes de alcantarillado pluvial, a continuación, se presenta un esquema de la aviación de los sectores y los sitios de descarga de cada uno.

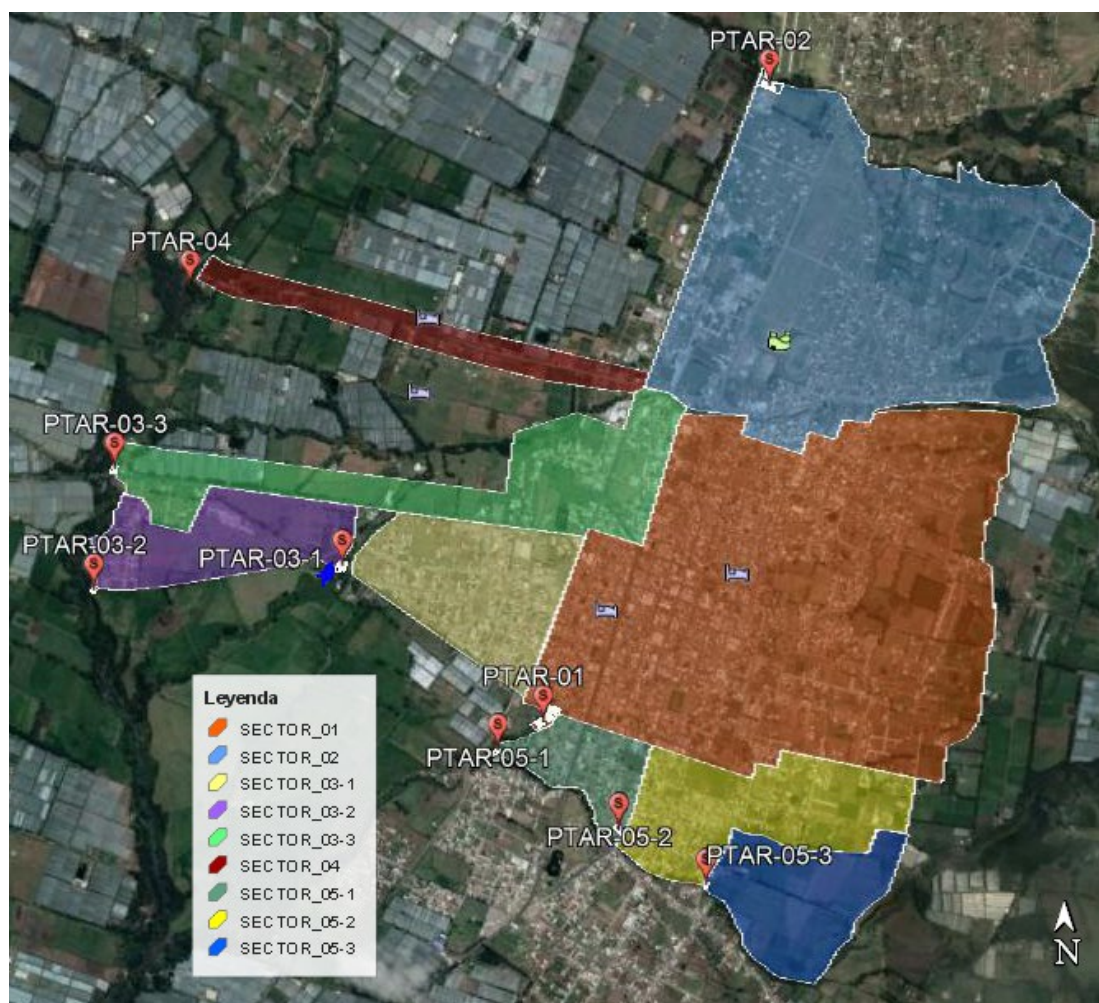


Ilustración 1: Esquema sectorización del sistema de alcantarillado

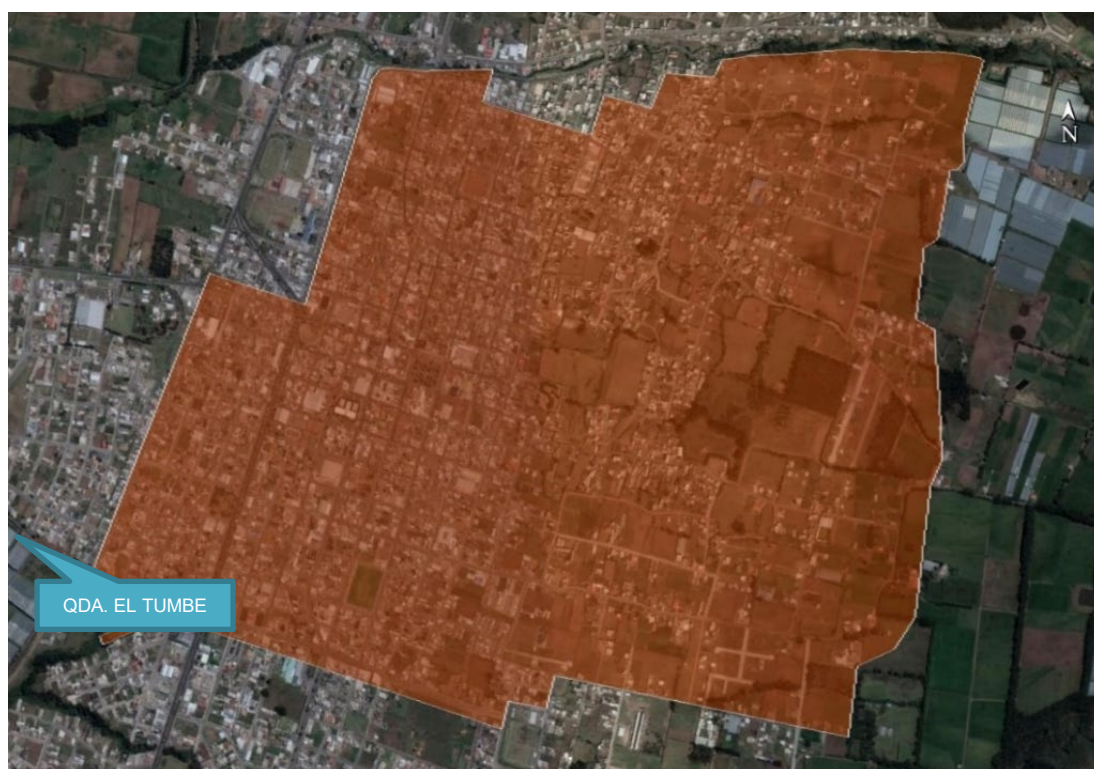
SECTORES DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO

Sector – 01:

Sector que comprende la mayor parte del centro de la ciudad de Cayambe, que es la zona más consolidada delimitada por:

- Al norte por el río Blanco.
- Al sur por la quebrada Yasnan.
- Al este por la altura de cota de servicio del agua potable.
- Al oeste por la calle Natalia Jarrín y Av. Víctor Cartagena.

El drenaje del sistema del alcantarillado sanitario es de este a oeste y de norte a sur, configurando el receptor principal a la altura de la Av. Córdova Galarza y realizando la descarga del sistema sobre la quebrada El Tumbé. A continuación, se presenta un esquema del Sector – 01.



Esquema Sector – 01

- La red de drenaje del alcantarillado sanitario se encuentra conformado por un total de 900 pozos y aproximadamente 55.5 km de tubería.
- La red de drenaje del alcantarillado pluvial se encuentra conformado por un total de 693 pozos, aproximadamente 51.9 km de red tubería y 1.1 km de red de colectores.

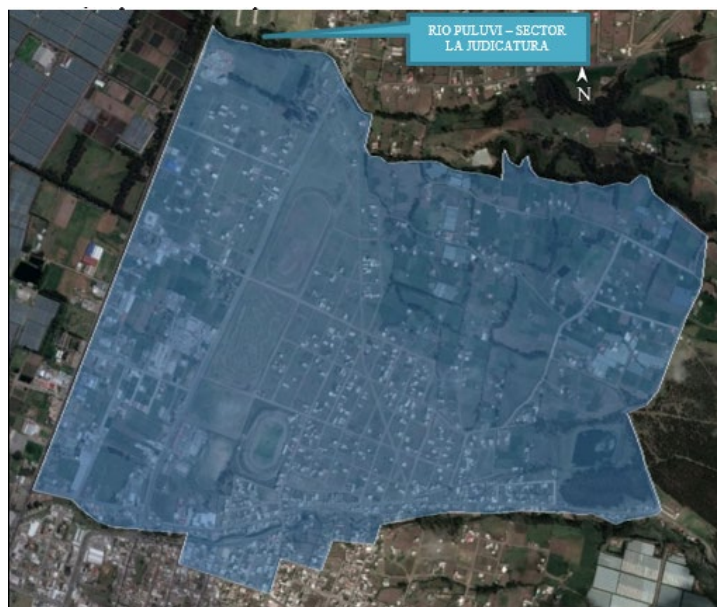
La descarga se mantendrá en la descarga configurada con una rápida escalonada y que se encuentra en funcionamiento sobre la quebrada El Tumbe.

Sector – 02:

Sector que comprende la parte norte de la ciudad de Cayambe, que es la zona que a futuro se podrá consolidar con el desarrollo de la infraestructura, y está delimitada por:

- Al norte por el río Puluví.
- Al sur por el río Blanco.
- Al este por la altura de cota de servicio del agua potable.
- Al oeste por la carretera E-35, salida a Otavalo.

El drenaje del sistema del alcantarillado es de este a oeste y de sur a norte, configurando el receptor principal a la altura de la carretera E35 y por la calle que va bordeando el río Puluví, realizando la descarga del sistema sobre el río Puluví. A continuación, se presenta un esquema del Sector – 02.



Esquema Sector – 02

- La red de drenaje del alcantarillado sanitario se encuentra conformado por un total de 619 pozos y aproximadamente 35 km de tubería.
- La red de drenaje del alcantarillado pluvial se encuentra conformado por un total de 661 pozos, aproximadamente 33.2 km de red tubería y 192 m de red de colectores.

La descarga se la conformará en el río Puluvi en el sector de la parte posterior del complejo de la Judicatura de Cayambe.

Sector – 03 – 1:

Sector que comprende la parte oeste de la ciudad de Cayambe, que es una zona residencial consolidada, y está delimitada por:

- Al norte por el río Puluvi.
- Al sur por el río Blanco.
- Al este por la altura de cota de servicio del agua potable.
- Al oeste por la carretera E-35, salida a Otavalo.

El drenaje del sistema del alcantarillado sanitario es de este a oeste y de sur a norte, configurando el receptor principal a la altura de la calle Argentina y la Av. Primavera, realizando la descarga del sistema sobre la quebrada Miraflores. A continuación, se presenta un esquema del Sector – 03 – 1.



Esquema Sector – 03-1

- La red de drenaje del alcantarillado sanitario se encuentra conformado por un total de 154 pozos y aproximadamente 11.8 km de tubería.
- La red de drenaje del alcantarillado pluvial se encuentra conformado por un total de 140 pozos, aproximadamente 9.9 km de red tubería y 933 m de red de colectores.

La descarga se la conformará en la quebrada Miraflores en el parte posterior del final de la calle Las Gardenias.

Sector – 03 – 2:

Sector que comprende la parte oeste de la ciudad de Cayambe, que es una zona residencial aún no consolidada, pero con perspectivas de consolidación a futuro con la ampliación de la infraestructura sanitaria, y está delimitada por:

- Al norte por la vía E288 Gayllabamba - Tabacundo.
- Al sur por terrenos particulares.
- Al este por terrenos particulares.
- Al oeste por el río Granobles.

El drenaje del sistema del alcantarillado sanitario es de este a oeste y de norte a sur, configurando el receptor principal a la altura de la calle posterior del conjunto habitacional y realizando la descarga del sistema sobre el río Granobles. A continuación, se presenta un esquema del Sector – 03 – 2.



Esquema Sector – 03-2

- La red de drenaje del alcantarillado sanitario se encuentra conformado por un total de 164 pozos y aproximadamente 8.9 km de tubería.
- La red de drenaje del alcantarillado pluvial se encuentra conformado por un total de 120 pozos, aproximadamente 5.4 km de red tubería y 1.1 km de red de colectores.

La descarga se la conformará en el río Granobles en la calle posterior del conjunto habitacional.

Sector – 03 – 3:

Sector que comprende la parte oeste de la ciudad de Cayambe, que es una zona de expansión futura no consolidada que a futuro con la ampliación de la infraestructura sanitaria se podría conformar como residencial, y está delimitada por:

Al norte por el río Blanco

Al sur por la vía E288 Guayllabamba - Tabacundo.

Al este por la Av. Natalia Jarrín.

Al oeste por los sectores 03 – 1 y 03 – 2.

El drenaje del sistema del alcantarillado sanitario es de este a oeste y de norte a sur, configurando el receptor principal a la altura de la calle posterior del conjunto habitacional y realizando la descarga del sistema sobre el río Granobles. A continuación, se presenta un esquema del Sector – 03 – 3.



Esquema Sector – 03-3

- La red de drenaje del alcantarillado sanitario se encuentra conformado por un total de 83 pozos y aproximadamente 6.6 km de tubería.
- La red de drenaje del alcantarillado pluvial se encuentra conformado por un total de 144 pozos, aproximadamente 6.2 km de red de tubería y 2.7 km de red de colectores.

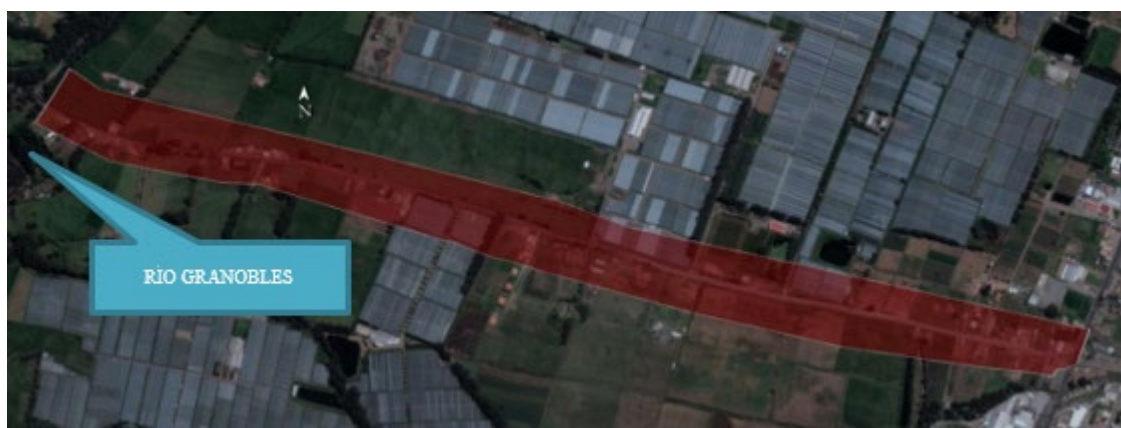
La descarga se la conformará en el río Granobles en la vía Guayllabamba - Tabacundo.

Sector – 04:

Sector que comprende la parte oeste de la ciudad de Cayambe específicamente el drenaje sobre la calle Mariana de Jesús, que es la zona que a futuro se podrá consolidar con el desarrollo de la infraestructura sanitaria, y está delimitada por:

- Al norte por la zona de florícolas.
- Al sur por terrenos particulares.
- Al este por la vía E35.
- Al oeste por el río Granobles.

El drenaje del sistema del alcantarillado pluvial es de este a oeste y de norte a sur, configurando el receptor principal sobre la calle Mariana de Jesús y realizando la descarga del sistema sobre el río Granobles. A continuación, se presenta un esquema del Sector – 04.



Esquema Sector – 04

- La red de drenaje del alcantarillado sanitario se encuentra conformado por un total de 33 pozos y aproximadamente 2.2 km de tubería.
- La red de drenaje del alcantarillado pluvial se encuentra conformado por un total de 33 pozos, aproximadamente 2.2 km de red de tubería.

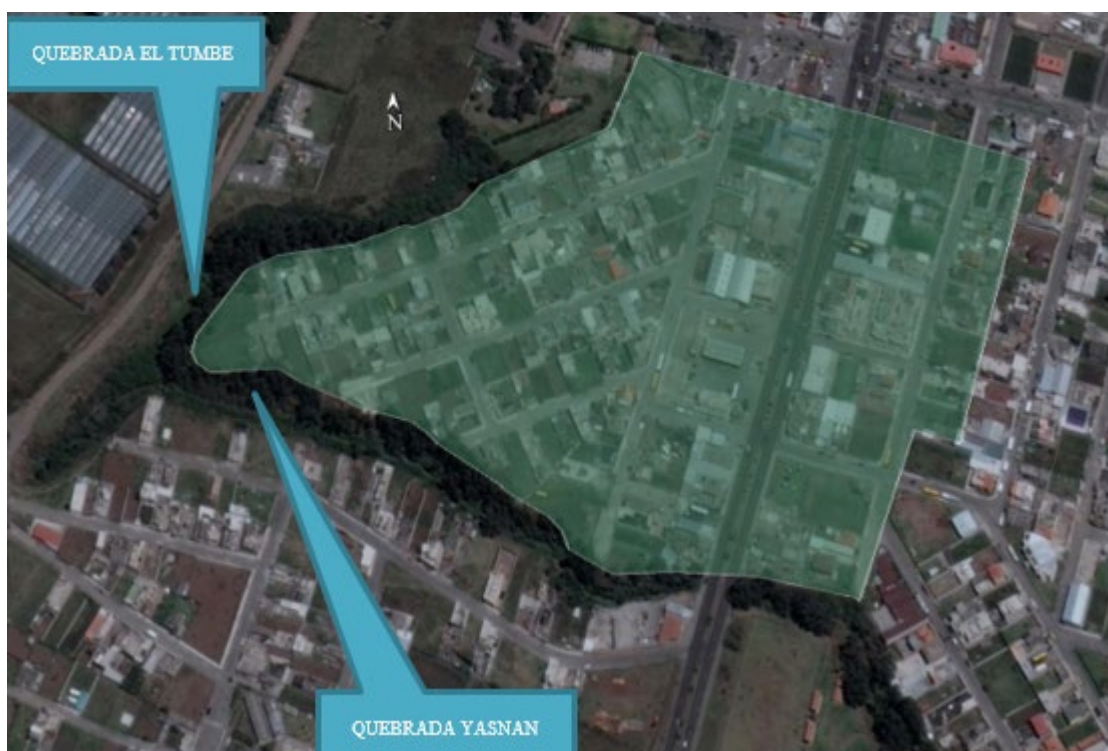
La descarga se la conformará en el río Granobles en la parte posterior de la cancha de fútbol al final de la calle Mariana de Jesús al llegar al puente sobre el río Granobles.

Sector – 05 – 1:

Sector que comprende la parte sur - oriental de la ciudad de Cayambe específicamente el drenaje que por el nivel del terreno alcanza a llegar al colector de la Av. Córdova Galarza, es una zona poco consolidada se podrá consolidar con el desarrollo de la infraestructura sanitaria, y está delimitada por:

- Al norte por la Av. Córdova Galarza.
- Al sur por la quebrada Yasnan.
- Al este por la Av. Natalia Jarrín.
- Al oeste por la quebrada El Tumbe.

El drenaje del sistema del alcantarillado pluvial es de este a oeste y de norte a sur, configurando el receptor principal el borde de la quebrada Yasnan y realizando la descarga del sistema sobre la quebrada Yasnan. A continuación, se presenta un esquema del Sector – 05 – 1.



Esquema Sector – 05 - 1

- La red de drenaje del alcantarillado sanitario se encuentra conformado por un total de 64 pozos y aproximadamente 4.2 km de tubería.
- La red de drenaje del alcantarillado pluvial se encuentra conformado por un total de 51 pozos, aproximadamente 2.2 km de red tubería y 360 m de red de colectores.

La descarga se la conformará en la quebrada Yasnan en el empate de la quebrada El Tumbe con la quebrada Yasnan, al final de la calle Seymour.

Sector – 05 – 2:

Sector que comprende la parte sur de la ciudad de Cayambe específicamente el drenaje que por el nivel del terreno alcanza a llegar al colector de la Av. Córdova Galarza, es una zona consolidada y descarga hacia la Quebrada Yasnan, está delimitada por:

- Al norte por la Av. Córdova Galarza.
- Al sur por la quebrada Yasnan.
- Al este por la Calle Azuay.
- Al oeste por la Av. Natalia Jarrín.

El drenaje del sistema del alcantarillado pluvial es de este a oeste y de norte a sur, configurando el receptor principal por la calle paralela al borde de la quebrada Yasnan y realizando la descarga del sistema sobre la quebrada del mismo nombre. A continuación, se presenta un esquema del Sector – 05 – 2.



Esquema Sector – 05 – 2

- La red de drenaje del alcantarillado sanitario se encuentra conformado por un total de 158 pozos y aproximadamente 8.9 km de tubería.
- La red de drenaje del alcantarillado pluvial se encuentra conformado por un total de 164 pozos, aproximadamente 8.2 km de red de tubería y 5 km de red de colectores.

La descarga se la conformará en la quebrada Yasnan a la altura de la Av. Rocafuerte en el paso de la Quebrada Yasnan.

INFRAESTRUCTURA DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO

En el dimensionamiento de las redes de alcantarillado se identificó saltos verticales mayores a 0.90 m debido a la topografía que presenta la ciudad de Cayambe, razón por la cual se ha definido la implantación de estructuras especiales para salvar estos saltos sin que la energía generada por el cambio de altura produzca daños a la infraestructura de alcantarillado.

Para la identificación y dimensionamiento de las estructuras de salto se ha procedido a clasificarlas en función de su caudal (Sección de entrada) y de la altura de salto (Desnivel a vencer) teniendo para el efecto las siguientes estructuras:

- Pozos de caída tipo 1.
- Pozos de caída tipo 2.
- Pozos de caída tipo 3 – Estructuras especiales.

Pozos de caída tipo 1:

Los pozos de caída tipo 1 son aptos para saltos de altura máxima de 0.90 m y diámetros de las conducciones de ingreso de entrada menores a 0.90 m, los mismos que tendrán la siguiente configuración:

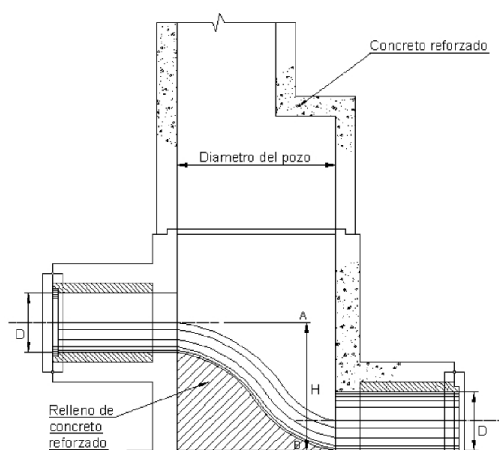


Figura 3 Esquema pozo tipo 1.

Pozos de caída tipo 2:

Los pozos de caída tipo 2 son aptos para saltos de alturas mayores a 0.90 m y una altura máxima de 3.00 m, los mismos tendrán la siguiente configuración:

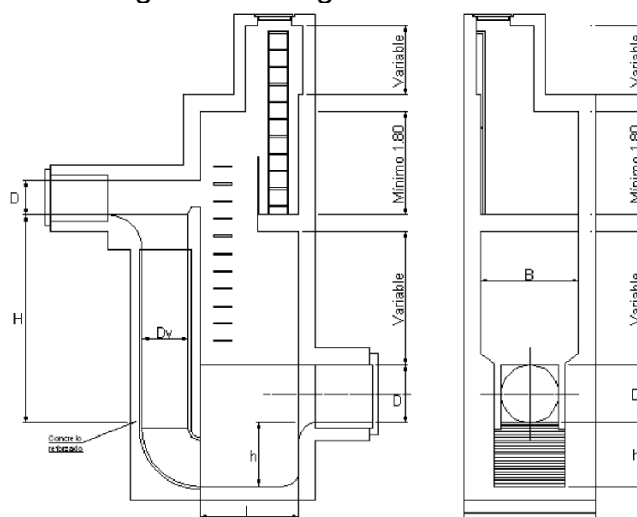


Figura 4 Esquema pozo tipo 2.

Pozos de caída tipo 3 – Estructuras especiales:

Se han presentado casos en los que se cuenta con colectores de diámetro superior a 1500 mm de diámetro y saltos de caída superiores a 3.00 m de altura, para evitar los efectos de la energía puede causar en la infraestructura de alcantarillado se ha considerado la instalación de estructuras de disipación de energía especiales denominados descargadores a vórtice.

De manera general se puede citar que un descargador a vórtice posee cinco elementos:

- (1) Canal de Aproximación.
- (2) Cámara de Entrada
- (3) Pozo Vertical
- (4) Cámara de Disipación

(5) Colector o Túnel de Salida

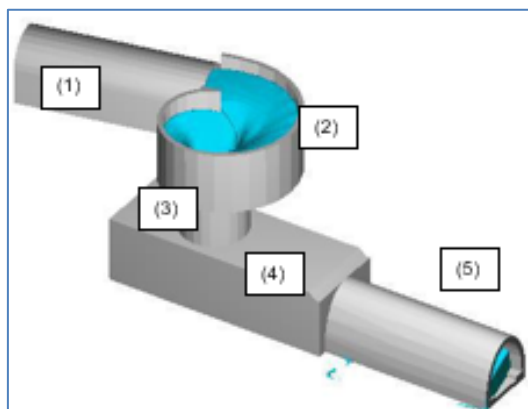


Figura 5 Esquema Tridimensional de pozo tipo 3 – Estructuras especiales.

El detalle de diseño hidráulico y estructural se encuentran en la **sección XXX** y los planos respectivos en el Anexo de *Planos de Diseño Definitivo*, sección *08_Pozos*.

Además, en el sistema de alcantarillado pluvial tiene diámetros de tubería y colectores con dimensiones mayores a 1.80m por lo que se ha diseñado estos tramos en secciones rectangulares de hormigón armado. El detalle de estos se encuentra en el Anexo de *Planos de Diseño Definitivo*, sección *07_Colector de Alcantarillado Pluvial*.

5.2 Revisión y optimización de los diseños definitivos de la red distribución de agua Potable.

5.2.1 Reservas

Actualmente el servicio de agua potable se encuentra abastecido por diez tanques, localizados en distintos sectores de la ciudad, con volúmenes referenciales como se detallan a continuación:

ITEM	RESERVA	TANQUE	Cota Min	Vútil (m3)	Vol. (m3)
1	Álvarez Chiriboga	T-AC 1-2	2877.31	816.15	2247.97
2		T-AC 1-2	2877.31	816.15	
3		T-AC 3	2871.73	305.49	
4		T-AC 4	2873.44	172.2	
5		T-AC 5	2872.01	137.98	
6	Cruz Loma	T-CL	2977.37	190.06	221.74
7		T-CL2	2973.8	31.68	
8	Los Pinos	T-PINOS1	2922.57	193.1	248.06
9		T-PINOS2	2920.56	54.96	
10	El Quingo	T-QUINGO	2915.07	150.81	150.81
VOLUMEN TOTAL (m3)					2868.58

Según la información proporcionada y luego de realizar el levantamiento del catastro de los tanques de reserva se ha cuantificado la reserva real, considerando únicamente el volumen útil a disposición

de cada red. Para el requerimiento del fin del período de diseño al año 2055 se requiere una reserva de 6595.00 m³, contemplándose un déficit a futuro de 3 726.00 m³

ITEM	RESERVA	Vútil (m3)	Volumen Total (m3)	Volumen Necesario 2055 (m3)	Volumen Déficit (m3)	Volumen Tanques Nuevos (m3)
1	Álvarez Chiriboga	816.15	2247.97	4915	2667.03	-
2		816.15				
3		305.49				
4		172.2				
5		137.98				
6	Cruz Loma	190.06	221.74	534	312.26	2389
7		31.68				
8	Los Pinos	193.1	248.06	738	489.94	509
9		54.96				
10	El Quingo	150.81	150.81	408	257.19	201
VOLUMEN TOTAL (m3)			2868.58	6595	3726.42	3099

Este volumen de déficit de reserva que se requiere a futuro será cubierto con 3 tanques con un volumen total de 3 100.00 m³, que se encuentran ubicados en los sectores de:

- Reserva de 2 389.00 m³, ubicado en el sector de Cruz Loma.
- Reserva de 509.00 m³, ubicado en el sector de Los Pinos.
- Reserva de 201.00 m³, ubicado en el sector de El Quingo.

5.2.2 Redes de Distribución

Las áreas de servicio de las redes de distribución de agua potable se dividen en: Cruz Loma, Álvarez Chiriboga, Los Pinos y El Quingo, un esquema de las redes de distribución se presenta en el a continuación.



Se ha rediseñado, optimizando la red de AAP, diseñando la red de tal forma que tenga una red principal. Esta red principal evita las variaciones de presiones en la red, así como mejorar la sectorización, y controlar el ANC, ya que el agua hacia los domicilios se deriva de la red secundaria.

Como mencionado anteriormente se cambia de material, mejorando la rugosidad del material (PEAD), evitando accesorios, cambios de dirección, y mejorar el rendimiento de instalación, de tal forma de también mantener el presupuesto. La red diseñada está compuesta por:

- Válvulas reductoras de presión en las zonas donde las presiones exceden los 40 mca, de tal forma de controlar las presiones máximas, impidiendo el deterioro de los accesorios domiciliarios y controlando las fugas que se puedan presentar en la red secundaria y/o en domicilios debido a la baja calidad de accesorios de las instalaciones hidrosanitarias.
- Caudalímetros ubicados en los sectores que permiten medir el caudal de agua entregado, para poder controlar el agua no contabilizada (ANC).
- Válvulas De seccionamiento; ubicadas estratégicamente de tal manera que, en caso de mantenimiento, se pueda seccionar el sector y únicamente interrumpir el servicio en la zona planificada.
- Válvulas de desagüe en la red primaria, de tal forma que permita vaciar la tubería por tramos en caso de ser necesario.
- Hidrantes/Bocas de fuego, que facilitaran la contienda contra incendios.
- Medidores domiciliarios modernos.

Para la evaluación y posterior rediseño de las redes de distribución, se utilizó el software especializado, en las figuras siguientes se muestran los sectores y se resalta, en rojo, la red principal y en él se delimitó el trazado y puntos correspondientes a la geometría de cada zona; además se definió en cuáles de estos existe demanda.



Figura 6 Modelo Red Álvarez Chiriboga

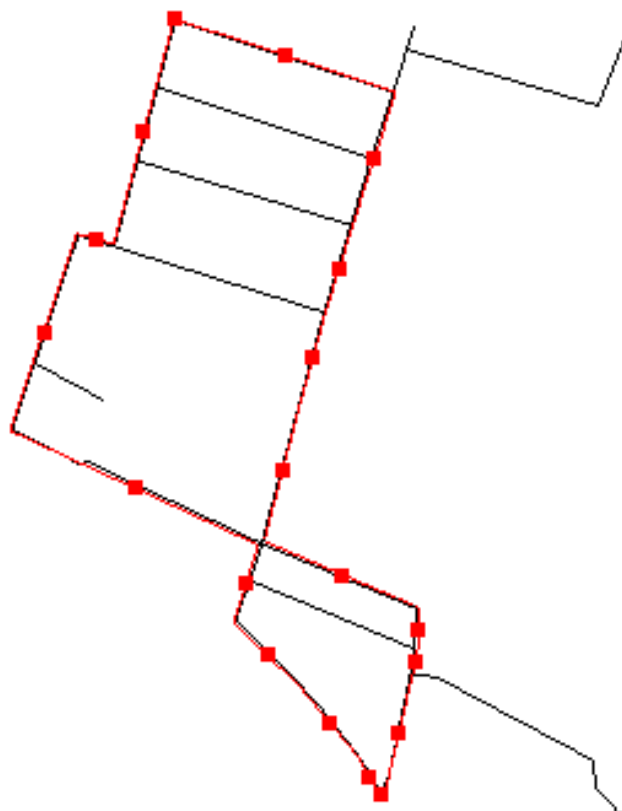


Figura 7 Modelo Red Cruz Loma



Figura 8 Modelo Red Los Pinos

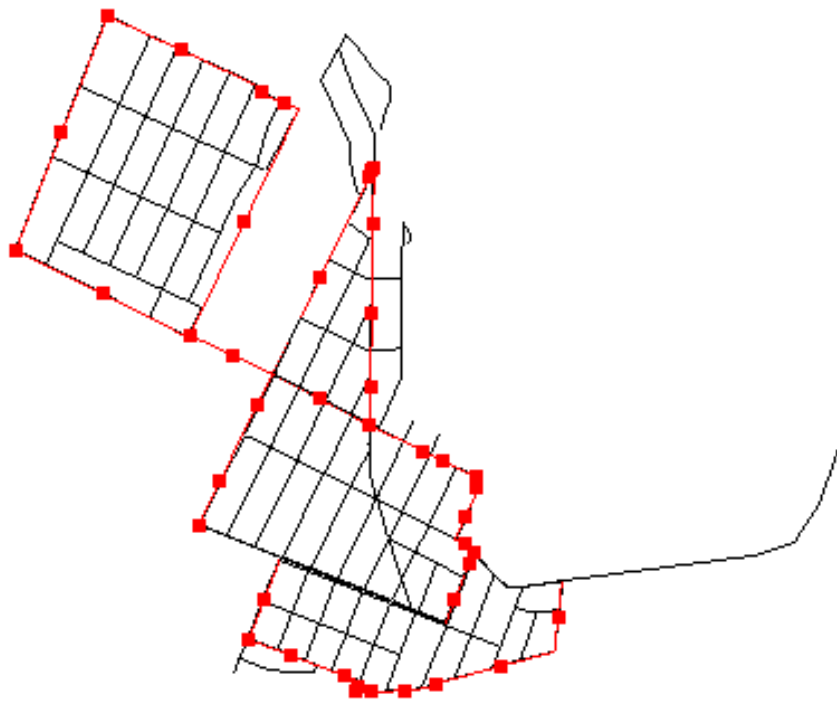


Figura 9 Modelo Red El Quingo

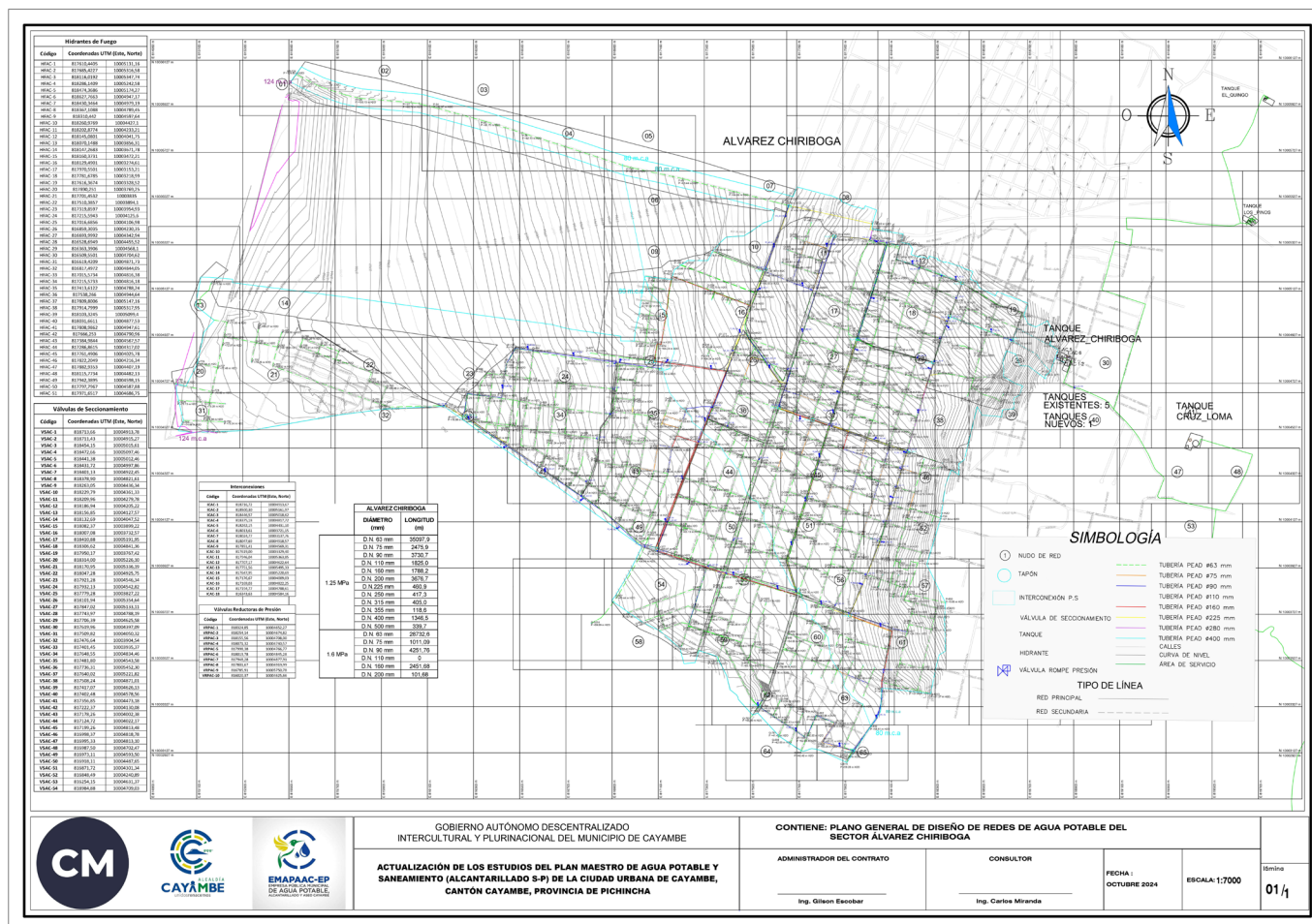


Figura 10 Plano Red Alvarez Chiriboga

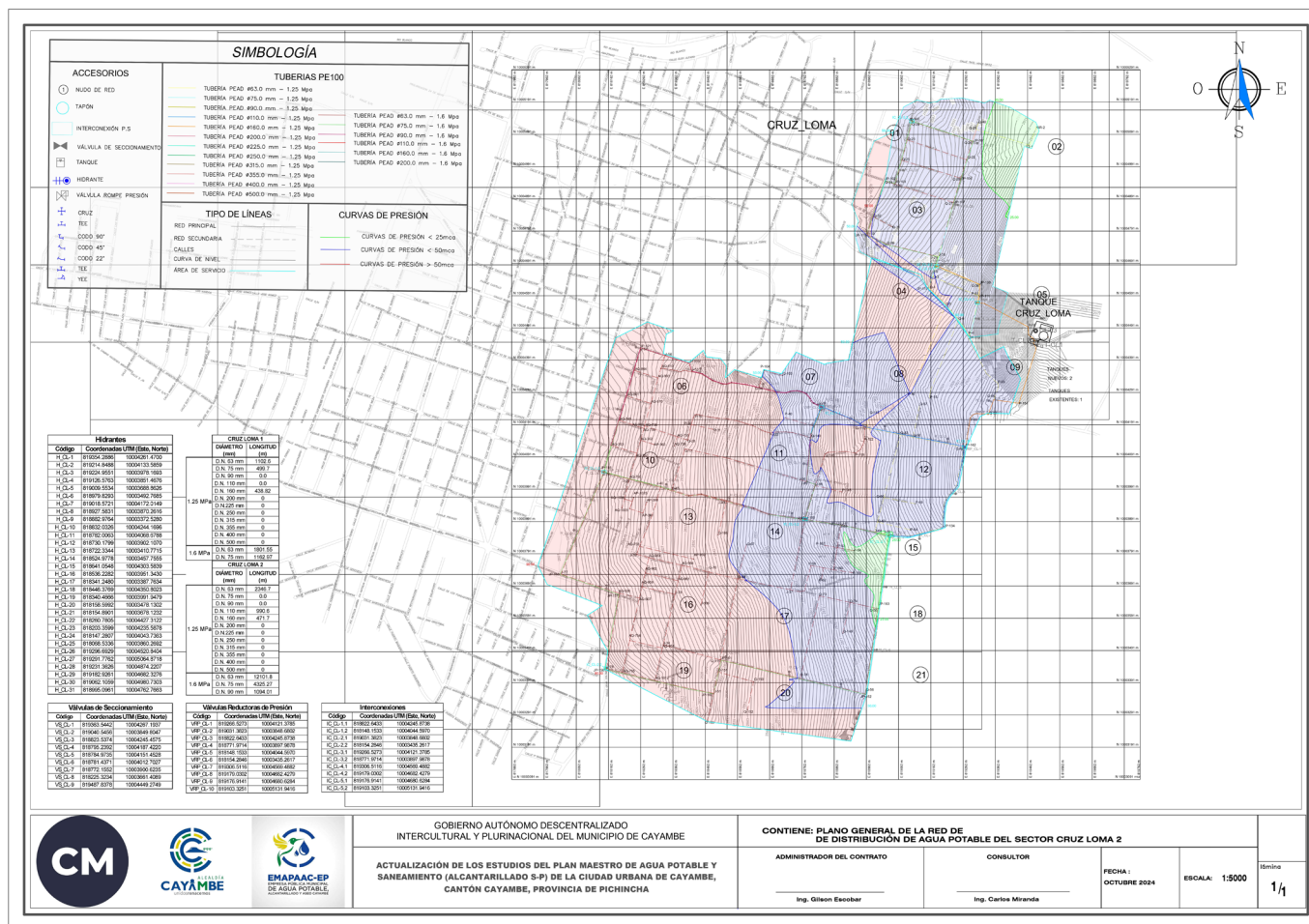


Figura 11 Plano Red Cruz Loma

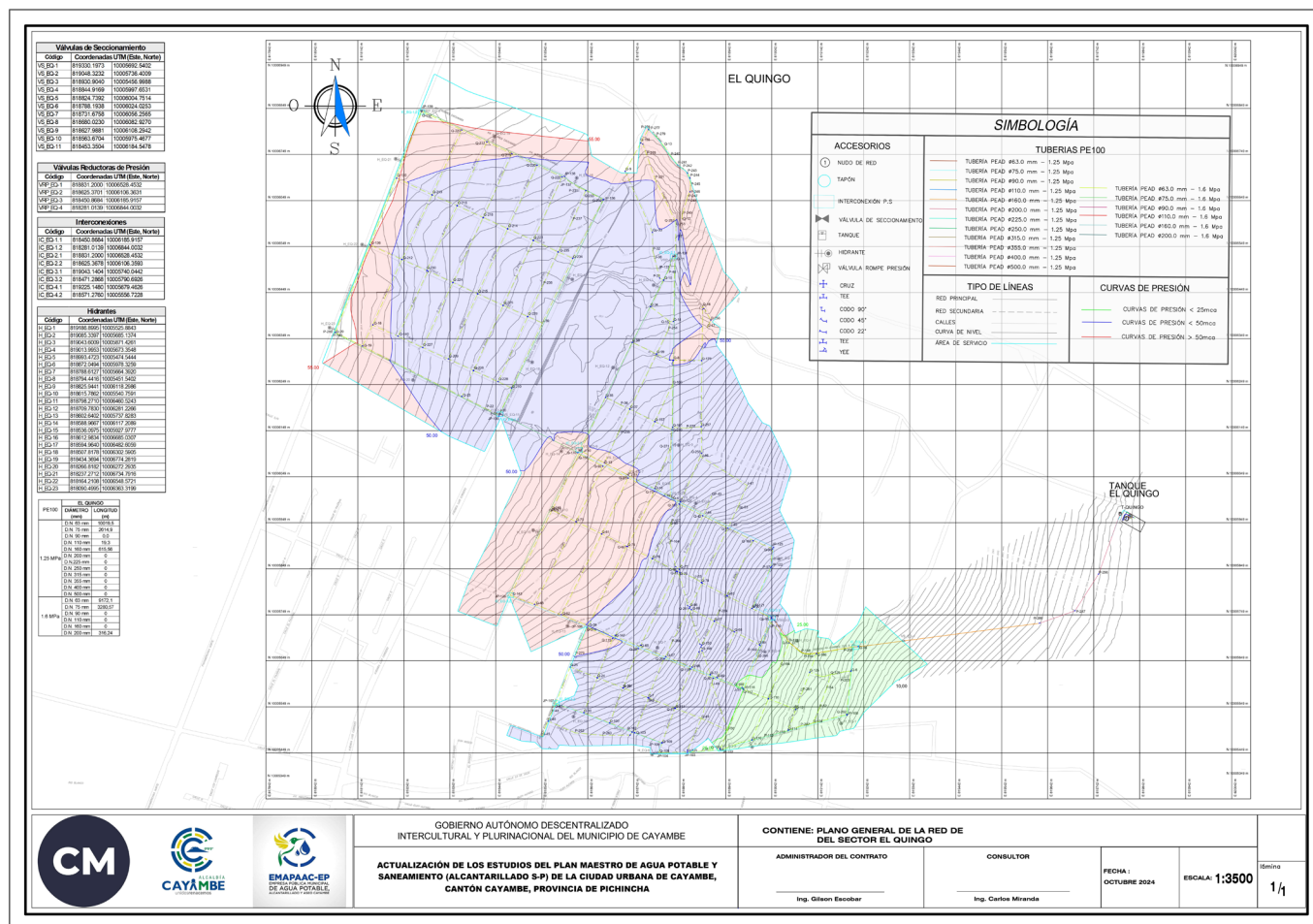


Figura 12 Plano Red El Quingo

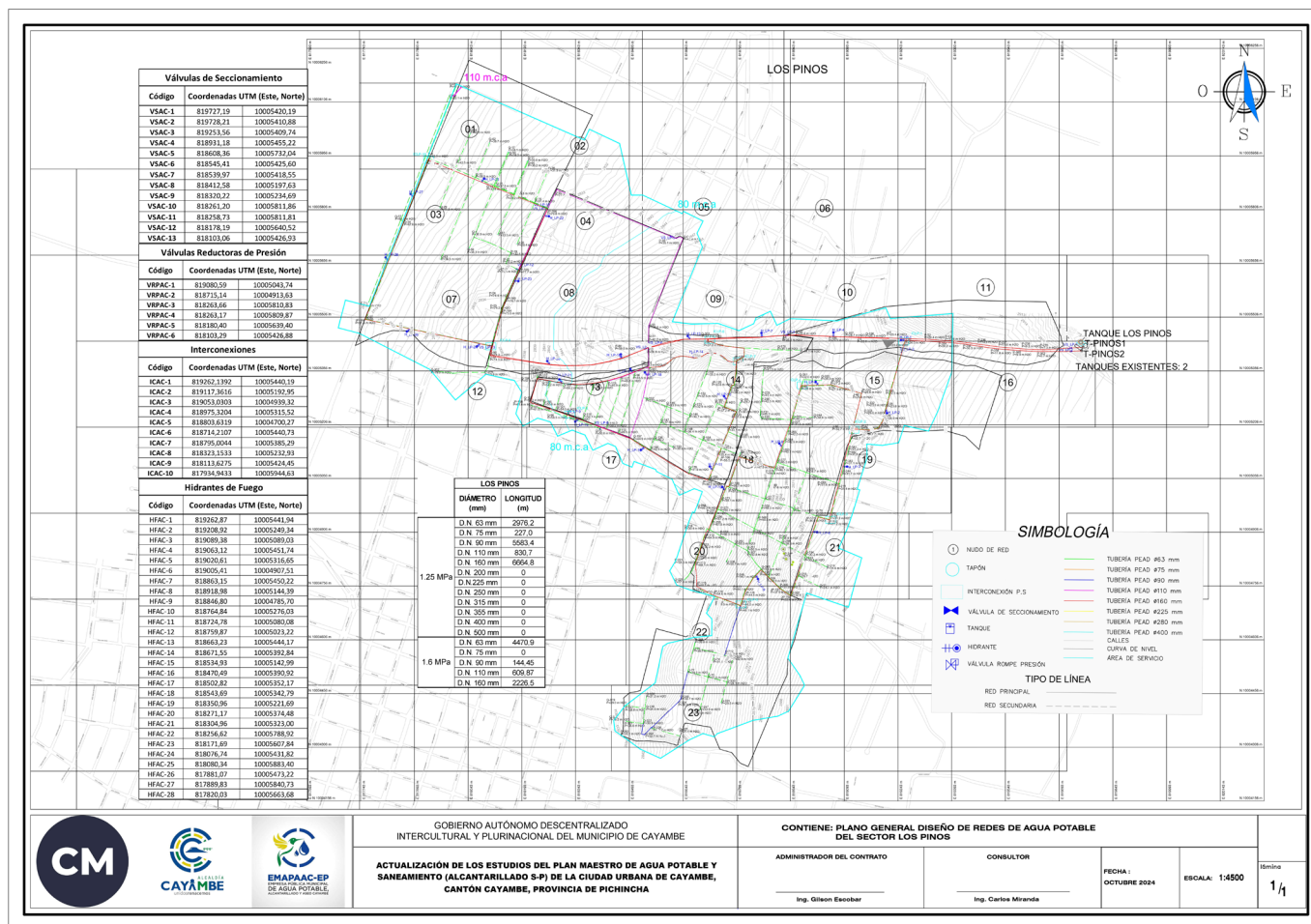


Figura 13 Plano Red Los Pinos

Carlos Miranda Egüez
Ing. Civil, MSc. Estructuras Hidráulicas
Consultor